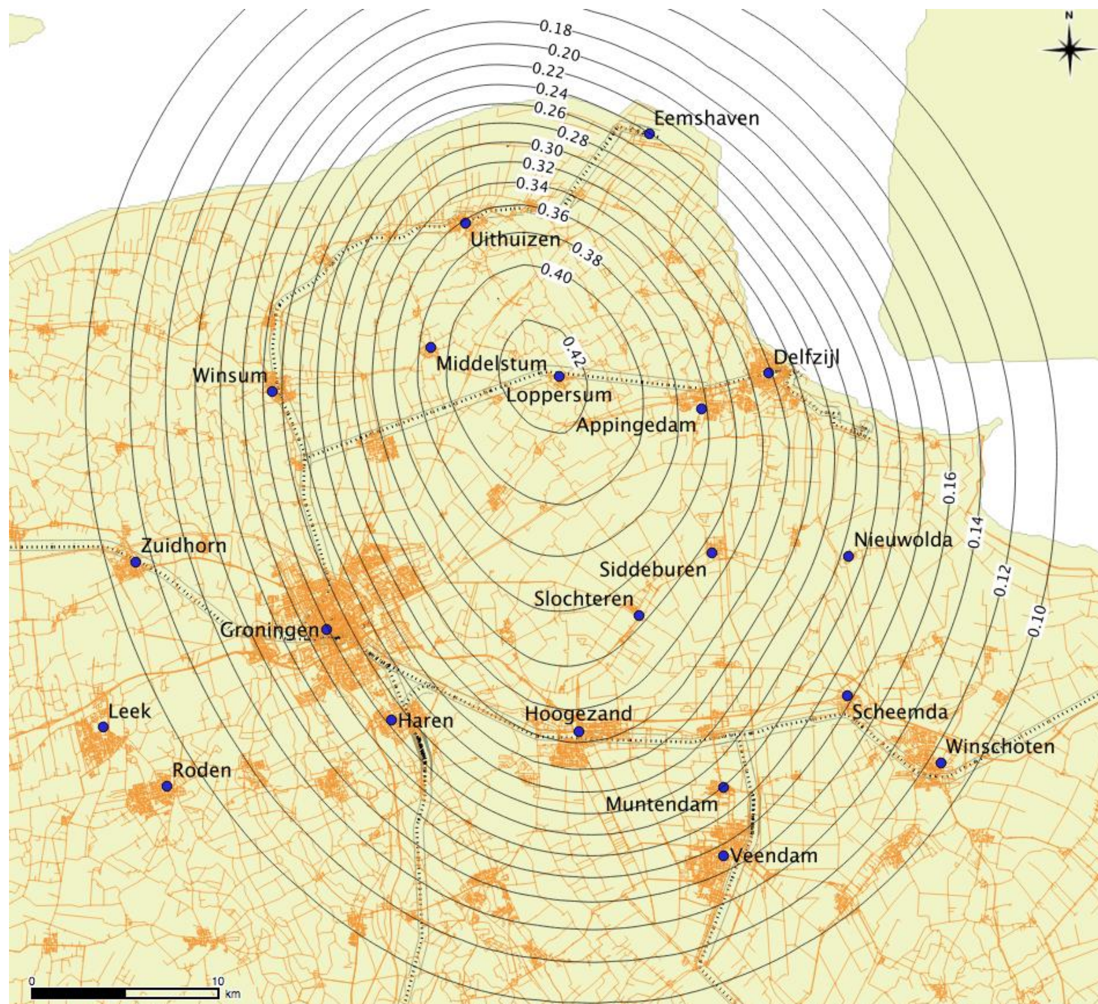
Impact Assessment Nederlandse Praktijk Richtlijn

Aardbevingsbestendig bouwen

Stuurgroep NPR

8 januari 2015



Inhoudsopgave

Samenvatting

De Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR 9998:2015) is opgesteld door een commissie van deskundigen als richtlijn voor aardbevingsbestendig bouwen. De NPR is een richtlijn voor nieuwbouw, verbouw en bestaande bouw. De NPR heeft (nog) niet de status van een formeel door het Bouwbesluit aangewezen norm. Toepassing van de NPR is dan ook niet afdwingbaar.

De richtlijn kan gebruikt worden door constructeurs om te berekenen hoe sterk een gebouw moet zijn om te voldoen aan de in Nederland gehanteerde veiligheidsnorm. Deze veiligheidsnorm is bedoeld om de kans op slachtoffers als gevolg van instorten van een gebouw te beperken. Bij deze norm is de kans dat een persoon op een bepaalde plaats komt te overlijden ten gevolge van het instorten van een gebouw kleiner dan eens in de 100.000 jaar. Deze norm geldt in Nederland algemeen voor bestaande bouw en is in de NPR uitgewerkt voor aardbevingsbelastingen in Groningen.

Vanwege de grote impact van de toepassing van de NPR is de stuurgroep van mening dat een plan van aanpak in overleg met de gemeenten en hun bewoners moet worden opgesteld. In een dergelijke gebiedsgerichte aanpak zullen afspraken moeten worden gemaakt over bijvoorbeeld de prioriteiten, het tempo waarin de maatregelen kunnen worden uitgevoerd en het flankerend beleid. Daarbij moet een goede balans worden gevonden tussen de gewenste ingrepen voor verbetering van de veiligheid en de leefbaarheid voor de bewoners en de gemeenschap. In die gebiedsgerichte aanpak moet ook op korte termijn naar de overige gebouwen (bijvoorbeeld scholen, ziekenhuizen, kerken, bijeenkomstgebouwen en kantoren) worden gekeken, bij voorrang naar die gebouwen waar veel mensen aanwezig zijn. Over de weerstand tegen aardbevingen van deze gebouwen is in de meeste gevallen op dit moment namelijk onvoldoende informatie beschikbaar.

De stuurgroep differentieert in de versterkingsstrategie voor nieuwbouw, in aanbouw zijnde bouw en bestaande bouw. Bij het ontwerpen van nieuwe gebouwen kan de NPR relatief eenvoudig en tegen relatief beperkte meerkosten (0-15% van de bouwkosten) worden meegenomen in het ontwerp. Op deze manier zullen nieuwe gebouwen in voldoende mate bestand zijn tegen zwaardere aardbevingen die mogelijk in de toekomst gaan plaatsvinden. Bij in aanbouw zijnde bouw adviseert de stuurgroep de meerkosten van geval tot geval te bekijken en een vorm van arbitrage op te zetten om duidelijkheid te verschaffen over de te vergoeden meerkosten.

De NPR kan bij bestaande bouw worden gebruikt om te berekenen of een gebouw bij de maximaal verwachte belasting (gekarakteriseerd door de piekgrondversnelling) voldoet aan de veiligheidsnorm of dat er versterkende maatregelen moeten worden genomen. Gezien de grote onzekerheden rond de maximale belasting en de feitelijke weerstand van gebouwen tegen aardbevingen, kan op dit moment niet precies worden aangegeven welke bestaande gebouwen op langere termijn structurele versterking nodig hebben. Wel is bekend welke (typen van) huizen de minste weerstand hebben tegen aardbevingen en waar de hoogste belastingen kunnen optreden.

Op basis van de geschatte kwetsbaarheidscurves komt de stuurgroep tot de inschatting dat het gaat om tienduizenden huizen[1] die niet voldoen aan de NPR. Daarbij wordt een bandbreedte aangenomen van 30 duizend tot 90 duizend huizen. De stuurgroep adviseert om de komende jaren de zwakste huizen in de zwaarst belaste regio te inspecteren en waar nodig te versterken, conform haar opdracht de grootste veiligheidsrisico's zo snel mogelijk weg te nemen.

De stuurgroep adviseert voor de korte termijn de huizen die worden versterkt ten minste op het niveau van één op tienduizend te brengen, wat correspondeert met ongeveer de helft van de NPR sterkte-eis. Dit advies is enerzijds ingegeven door de wens zo veel mogelijk huizen te versterken en

[1] Onder 'huis' wordt hier verstaan rijtjeshuis, 2-onder-1 kap, vrijstaande huis, bovenwoning/benedenwoning en portiekwoning. Niet opgenomen zijn appartementen en flats.

anderzijds de grote onzekerheid over de maximale belasting en weerstand van de huizen tegen aardbevingen. De risico's kunnen op lange termijn beter worden ingeschat, inclusief de invloed van het nieuwe Winningsplan.

De versterking van huizen is in veel gevallen ingrijpend en heeft een grote impact op het dagelijks leven van mensen. Het betekent dat de bewoners meestal voor een bepaalde periode hun huis uit moeten en ergens anders moeten worden gehuisvest. Het betekent ook een forse inbreuk op de gemeenschap: er vinden voor een langere periode op grote schaal bouwwerkzaamheden plaats, met alle overlast die deze met zich meebrengen.

De omvang van deze operatie is voor Nederland ongekend. Om deze toch met de gewenste urgentie uit te voeren, moet aan een aantal randvoorwaarden worden voldaan. Geadviseerd wordt een bestuurlijke entiteit in het leven te roepen, onder regie van het Rijk, die gemeenten en bewoners ondersteunt waar het bijvoorbeeld gaat om de vergunningverlening en het realiseren van de nood-zakelijke vervangende woonruimte. Overheden - Rijk, provincie en gemeenten – trekken hierbij schouder aan schouder op.

De stuurgroep adviseert ook optimaal gebruik te maken van de crisis- en herstelwet om procedures te kunnen versnellen. Eventueel zal ook tijdelijke wetgeving nodig zijn. Tenslotte zijn er middelen nodig om bijvoorbeeld de bouwkundige ingrepen en de vervangende woonruimte te realiseren en ook het flankerend beleid te financieren.

Met het oog op de gewenste opschaling is het nodig dat het proces zorgvuldig wordt gemonitord en de daarbij gaandeweg opgedane kennis wordt gedeeld. Dat kan alleen als deze ter beschikking wordt gesteld door de betrokken partijen. De stuurgroep adviseert een onafhankelijk kenniscentrum te ontwikkelen dat de kennis verzamelt en toegankelijk maakt voor alle partijen.

Daarnaast gaat de stuurgroep ervan uit dat de onderzoeken, die erop gericht zijn de eerder be-noemde onzekerheden te reduceren, onverminderd doorgaan. Een betere afstemming van de verschillende onderzoeken dan tot nu toe het geval was en het (eerder) delen van gegevens en resultaten, kan de efficiëntie en snelheid vergroten.

Tenslotte acht de stuurgroep het van groot belang dat de implementatie van de NPR periodiek wordt geëvalueerd. Zo zal halverwege 2015, wanneer de NPR wordt vastgesteld, rekening gehouden kunnen worden met nieuwe contouren voor de piekgrondversnellingen en met betere berekeningen van de weerstand tegen aardbevingen van een groot aantal typen gebouwen.

1. Aanleiding

In zijn brief aan de Tweede Kamer[2] over de gaswinning en de gevolgen van aardbevingen in Groningen schrijft de minister van Economische Zaken "Het besluit om in te stemmen met het Winningsplan en daarbij een periode van drie jaar te hanteren betekent dat die periode kan worden benut om met grote urgentie de meest kwetsbare gebouwen en infrastructuur te verstevigen en/of op norm te brengen".

Tevens signaleert hij dat een norm voor preventieve bouwkundige versterking ontbreekt. Hij heeft daarom het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), dat dit soort normen in Nederland ontwikkelt, gevraagd hier een praktijkrichtlijn voor op te stellen. In september 2013 is daarom een werkgroep van het NEN gestart om te komen tot een Nederlandse Praktijk Richtlijn 9998:2015 (hierna NPR) voor het berekenen van de weerstand van gebouwen tegen aardbevingen waarin veiligheidsniveau 's en waarden voor de aardbevingsbelasting voor gebouwen zijn opgenomen.

Met die NPR wordt vooruitgelopen op het invoeren van een formele bouwnorm voor aardbevingsbestendig bouwen. Voor een dergelijke bouwnorm, die wordt verankerd in het Bouwbesluit, is een traject van meerdere jaren noodzakelijk. De NPR heeft geen verplichtend karakter, maar kan wel richtinggevend zijn bij de constructie van nieuwe gebouwen en de aanpassing van bestaande gebouwen.

De Minister van Economische Zaken heeft een stuurgroep in het leven geroepen en deze gevraagd om een Impact Assessment op te stellen voor de NPR. Deze Impact Assessment is bedoeld om de NPR te duiden voor belanghebbenden en te adviseren over de wijze van de invoering van de NPR. De stuurgroep baseert haar advies op de zogenaamde groene (dat wil zeggen voorlopige) versie van de NPR. De groene versie wordt nog ter consultatie voorgelegd aan de bouwsector, waarna de NPR naar waarschijnlijkheid halverwege 2015 wordt vastgesteld.

[2] Tweede Kamer, vergaderjaar 2013-2014 / 33529 nr. 28.

2. Opdracht Stuurgroep

De stuurgroep is een adviesorgaan van de Minister van Economische Zaken. De stuurgroep bestaat uit experts en vertegenwoordigers van de betrokken overheden, met een onafhankelijke voorzitter en secretaris (zie bijlage 1). De leden van de stuurgroep nemen deel zonder last en ruggespraak.

De stuurgroep is verantwoordelijk voor:
- het opstellen van een Impact Assessment die de regio en andere betrokkenen op begrijpelijke wijze informeert over de gevolgen van de NPR
- het geven van advies aan de Minister over de wijze waarop deze gevolgen geadresseerd kunnen worden en met name hoe de NPR praktisch kan worden geïmplementeerd. Daarbij is het van belang dat de veiligheid in de meest risicovolle situaties als eerste wordt verbeterd, rekening houdend met de praktische uitvoerbaarheid
- het adviseren van de minister over de eventuele benodigde aanpassingen in wet- en regelgeving voor een succesvolle implementatie van de NPR.

3. Werkwijze

3.1 Werkwijze van de Stuurgroep

De stuurgroep heeft ruim drie maanden tijd gehad om het advies op te stellen. In deze periode is gebruik gemaakt van de kennis van verschillende experts en betrokkenen. Het advies is meermaals besproken met derden om reacties en input op te halen. Zo is er gesproken met vertegenwoordigers van de dialoogtafel, NAM, de NEN-werkgroep, regionale bestuurders en andere regionale stakeholders (zie bijlage 2).

De NPR is voor de stuurgroep een gegeven, hetgeen niet uitsluit dat het advies van de stuurgroep aanleiding kan zijn om wijzigingen in de NPR aan te brengen. De stuurgroep legt de verbinding tussen de technische maatregelen die voortvloeien uit de NPR en de maatschappelijke en bestuurlijke gevolgen, in het bijzonder voor de regio (bewoners, bestuurders) en de bouwsector.

3.2 Reikwijdte van het advies

De reikwijdte van het advies van de stuurgroep is dezelfde als van de groene versie van de NPR. Dit betekent dat de stuurgroep uitgaat van hetzelfde risicogebied, conform de in de NPR opgenomen contourenkaart van het KNMI (Koninklijk Nederlandse Meteorologisch Instituut), en dus niets zegt over bijvoorbeeld infrastructuur en waterbouwkundige werken.

De stuurgroep vindt het belangrijk om op te merken dat de richtlijnen uit de NPR niet gaan over het voorkomen van schade aan gebouwen door aardbevingen, maar over het beperken van het risico op persoonlijk en/of dodelijk letsel als gevolg van het instorten van gebouwen of afvallende elementen van gebouwen. Dit betekent dat door toepassing van de NPR niet alle schade wordt voorkomen.

De periode waarover de stuurgroep adviseert betreft vooral de komende twee jaar. De stuurgroep kijkt voor specifieke aanbevelingen niet verder vooruit vanwege de grote onzekerheden in de aannamen die zijn gemaakt rondom de seismische risico's en de weerstand van bestaande gebouwen tegen aardbevingen. De verwachting is dat over twee jaar hierover ook voor de lange termijn meer gezegd kan worden, met name op grond van het nieuwe Winningsplan van NAM en de daaraan ten grondslag liggende onderzoeken. De NPR zal daarop aangepast kunnen worden en naar verwachting opgenomen worden in het Bouwbesluit. Naast de resultaten van nader onderzoek zal ook de besluitvorming over de gaswinning van invloed kunnen zijn.

De stuurgroep baseert haar advies op de openbare informatie over seismische grondversnellingen en de kwetsbaarheid van de gebouwen in de regio. Nauwkeurige aantallen van gebouwen die wel of niet voldoen aan de NPR zijn niet beschikbaar, omdat data onvolledig zijn of nog ontbreken. Bovendien wordt in de beschikbare berekeningen gewerkt met aannamen waarvoor de berekeningsmethoden zeer gevoelig zijn.

Het nu publiceren van de groene versie van de NPR is volgens de stuurgroep belangrijk omdat hij enerzijds een houvast biedt voor de bouwwereld en er anderzijds feedback zal komen op de richtlijn waarvan geleerd kan worden met het oog op het vaststellen van een norm in de toekomst. De stuurgroep ziet de groene versie van de NPR als belangrijke eerste stap in dat leerproces.

3.3 Bronnen

De stuurgroep heeft bij haar advies gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Arup[3]: Impact Assessment NPR 9998: Analysis of Number of Non-compliant Houses
  229746_033.0_REP109 Issue Rev.B.02 |8 January 2015
- Arup[4]: Impact Assessment NPR 9998: Analysis of Construction Scenarios
  229746_033.0_REP114 Issue Rev.C.01 |8 January 2015
- Consequenties Interim advies Aardbevingsbestendig bouwen,
  EZ, NEN, NAM en Arup d.d. 6 mei 2014.
- NPR 9998:2015 Ontw.nl
  Beoordeling van constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: geinduceerde aardbevingen
  Januari 2015
- NPR Achtergrond rapport Veiligheid
  TNO-rapport, TNO 2013 R12071
  Veiligheidsbeschouwing aardbevingen, 2014
  Auteurs: R.D.J.M. Steenbergen, A.C.W.M. Vrouwenvelder en N.P.M. Scholten (ERB)
- Primos voor geprognosticeerde cijfers over nieuwbouw in de regio
- Tweede Kamer, vergaderjaar 2013-2014 / 33529 nr. 28 met bijlagen (achterliggende onderzoeken)

[3] Op verzoek van de Stuurgroep en in opdracht van NAM.
[4] Op verzoek van de Stuurgroep en in opdracht van NAM.

4. De Nederlandse Praktijk Richtlijn

4.1 Beschrijving Nederlandse Praktijk Richtlijn

4.1.1 Achtergrond bouwnormen

In Nederland wordt de beoordeling van bouwconstructies, zowel nieuw als bestaand, aangestuurd vanuit het Bouwbesluit. Hierin worden aan de ene kant de verschillende belastingen omschreven (bijvoorbeeld windbelasting) en aan de andere kant de wijze waarop berekend wordt of de constructie die belastingen veilig genoeg kan opnemen.

De Nederlandse bouwnormen zijn gebaseerd op een set van Europese normbladen, verankerd in de zogenaamde Eurocodes (NEN-EN 1990 tot en met NEN-EN 1999). Dit zijn door de Europese landen opgestelde gezamenlijke regels voor het ontwerpen van bouwconstructies.

Ieder land waarin de Eurocodes worden gebruikt, heeft in aanvulling hierop een zogenaamde Nationale Bijlage met specifieke aanvullingen of aanpassingen van de Eurocode. Op deze manier kan iedere lidstaat zijn eigen veiligheidsbeleid tot uitdrukking brengen of regiospecifieke eigenschappen beschrijven. In Nederland is dit ook voor de meeste Eurocodes gedaan met uitzondering van de zes normbladen van Eurocode 8 over Aardbevingen. Tot voor kort werd windbelasting maatgevend geacht voor de beoordeling van constructieve veiligheid van bouwwerken in Nederland.

In verband met de zwaarder wordende bevingen in Noord-Nederland is besloten om ook de Nationale Bijlagen voor Aardbevingen op te stellen en een norm in het Bouwbesluit op te nemen. De minister van Economische Zaken heeft, vooruitlopend daarop, aangegeven op korte termijn een richtlijn te willen hebben voor het preventief versterken van gebouwen.

4.1.2 Nederlandse Praktijk Richtlijn Aardbevingbestendig Bouwen

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken heeft een NEN-werkgroep gewerkt aan het opstellen van de NPR. De NPR is een richtlijn die per locatie de hoogte van de aardbevingsbelastingen geeft in de vorm van piekgrondversnellingen (PGA) alsmede rekenmethoden om na te gaan of de sterkte van een gebouw voldoende is. De NPR dient tevens als opstap naar een volwaardige Nationale Bijlage bij Eurocode 8.

De groene versie van de NPR wordt in januari 2015 gepubliceerd. Deze groene, officieuze versie wordt ter consultatie voorgelegd aan constructeurs en andere doelgroepen in de bouwwereld. Na deze consultatie, die twee tot drie maanden in beslag neemt, wordt de NPR naar verwachting medio 2015 vastgesteld.

In verband met de behoefte om op korte termijn een NPR te hebben, dekt de groene versie van de NPR het uiteindelijk beoogde toepassingsgebied van de Nationale Bijlagen nog maar ten dele af. De NPR gaat alleen over gebouwen. Constructies als bijvoorbeeld bruggen, leidingen en silo’s moeten nog aan de orde komen. Verder moet de aansluiting bij waterbouwkundige en industriële constructies worden uitgewerkt. De aandacht heeft zich vooral gericht op de veiligheid van bewoners en gebruikers en niet op economie en het voorkomen van schade.

4.1.3 *Drie elementen van de NPR*

De NPR geeft drie elementen weer die van belang zijn voor aardbevingbestendig bouwen:

a. Weerstand van gebouwen tegen aardbevingen
   Een rekenmethode voor het berekenen van de weerstand (capaciteit of sterkte van gebouwen)
b. Contourenkaart
   De seismische dreiging/belasting die aangegeven wordt middels een kaart met de contouren van de verschillende maximale niveaus van piekgrondversnellingen
c. Risiconorm
   Een norm voor de kans op bezwijken van het gebouw uitgedrukt in een individueel plaatsgebonden risico.

Hieronder worden deze drie aspecten nader toegelicht.

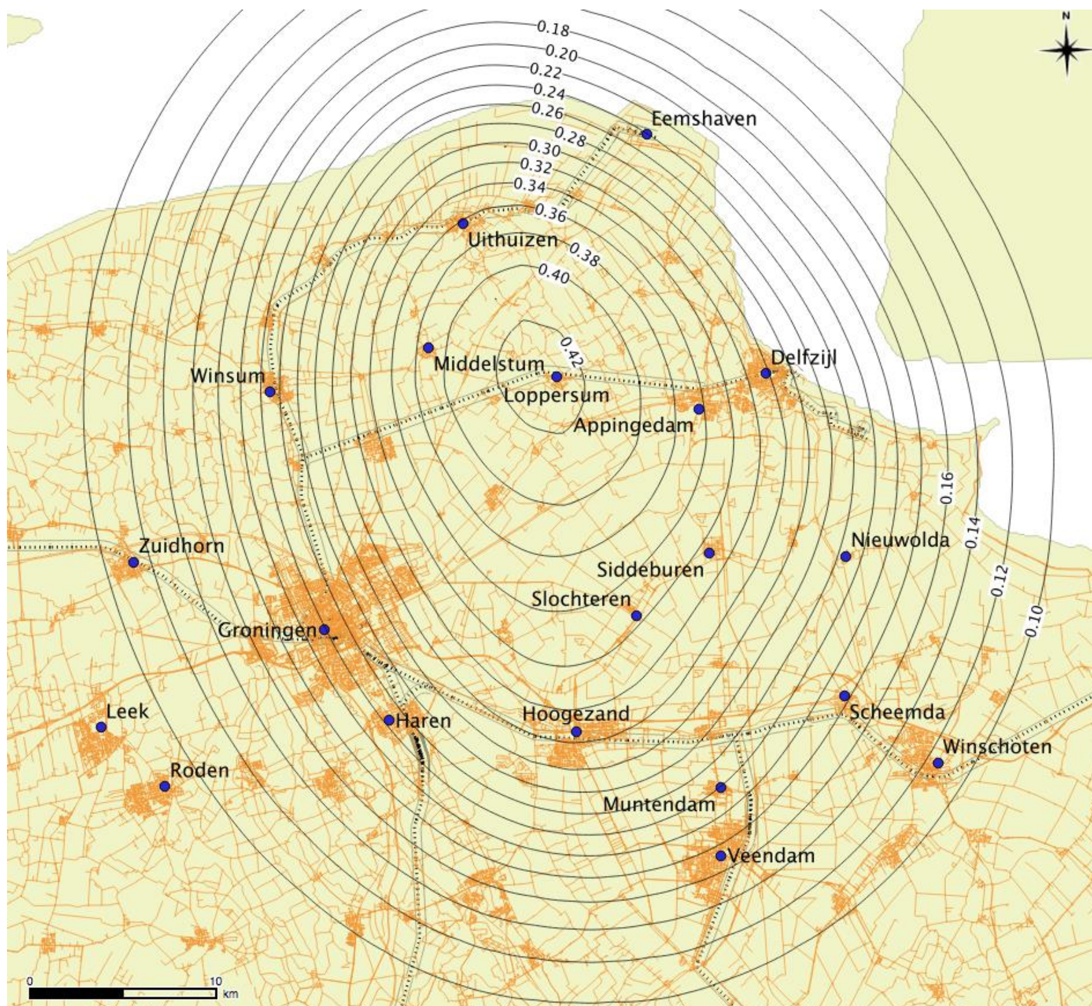
Weerstand tegen aardbevingen
De NPR beschrijft een aantal rekenmethoden, die gebruikt kunnen worden om weerstand tegen aardbevingen van gebouwen te berekenen. Aan de hand van deze methoden kunnen constructeurs berekenen of het gebouw bij de maximaal verwachte grondversnelling bij of onder dat gebouw, voldoet aan de risiconorm of dat er aanvullende versterkende maatregelen moeten worden genomen.

De NPR staat vier rekenmethoden toe die variëren van relatief eenvoudige (lineaire statische) analyses tot zeer geavanceerde (niet-lineaire dynamische) analyses. De eenvoudige analyses zijn relatief makkelijk uit te voeren, maar leiden tot conservatieve uitkomsten. De geavanceerde methoden zijn duur en tijdrovend en vereisen meer kennis, maar zijn nauwkeuriger en leiden tot minder conservatieve uitkomsten: gebouwen blijken dan vaak sterker dan op basis van eenvoudige analyses wordt berekend.

De normen in de NPR zijn gericht op het voorkomen van het instorten van een gebouw. Een beperkt instortgevaar leidt automatisch tot een kleine kans op slachtoffers. De NPR eist dat voor iedere persoon in de regio de jaarlijkse kans dat hij of zij komt te overlijden door een aardbeving kleiner is dan één op 100 duizend. Dit is dezelfde risiconorm die als vertrekpunt voor de eisen aan bestaande bouw in het Bouwbesluit wordt gehanteerd. Met het voldoen aan de norm zal schade aan gebouwen overigens nog steeds (regelmatig) voorkomen.

Contourenkaart
De seismische dreiging wordt bepaald op basis van de contourenkaart (seismic hazard kaart) gemaakt door het KNMI. De contourenkaart geeft de maximale grondversnelling binnen het risicogebied met een herhalingstijd van 475 jaar. Dit komt overeen met een versnelling die met een kans van 10% wordt overschreden in een periode van 50 jaar.

Op deze kaart staan de grondversnellingen afgebeeld in zogenaamde contouren. Een contour staat voor een bepaalde intensiteit waarmee de aarde trilt aan de oppervlakte. De trilling aan de oppervlakte bepaalt voor een belangrijk gedeelte de belasting op de gebouwen. Daarom wordt de grondversnelling als indicatie genomen voor de kracht waaraan gebouwen bij een beving worden blootgesteld en niet bijvoorbeeld de schaal van Richter. Hieronder is de contourenkaart afgebeeld.



Figuur 1 Contourenkaart met locatie-afhankelijke PGA-waarden (Peak Ground Acceleration - piekgrondversnelling) voor een standaard-herhalingstijd van 475 jaar

Nader onderzoek naar de hoogte van de piekgrondversnellingen vindt nog plaats. Verwacht wordt dat deze kaart in de definitieve versie en de volgende uitgaven van deze NPR wordt herzien op basis van de dan geldende stand van de onderzoeken.

Risiconorm

De NPR gaat uit van een geaccepteerde kans dat iemand komt te overlijden ten gevolge van het bezwijken van een gebouw. Deze kans wordt uitgedrukt in een individueel plaatsgebonden risico. Het leggen van de relatie tussen de seismische dreiging, de weerstand van een gebouw en het individueel risico is een berekening gebaseerd op een probabilistische benadering. Dat betekent dat er gerekend wordt met kansen.

De NPR hanteert een norm voor het individueel risico van één op 100 duizend. Bij deze norm is de kans dat een persoon op een bepaalde plaats overlijdt ten gevolge van het instorten van een gebouw als gevolg van een aardbeving kleiner dan één op de 100 duizend per jaar. Bij de uitwerking naar de eisen voor de gebouwen is rekening gehouden met een gemiddelde kans dat diegene die zich in het gebouw bevindt op het moment dat dit instort om het leven komt. Voor bijvoorbeeld een eengezinswoning is die kans 7%.

In het leven van alledag is het risico om in een jaar te komen overlijden als gevolg van een ongeval in de orde van één op de tienduizend. In huizen wordt je geacht veiliger te zijn dan buiten. Daarom is de gangbare norm voor bestaande bouwconstructies met één op de 100 duizend ook strenger. Ook voor de dijken rond de Nederlandse polders geldt sinds kort bijvoorbeeld een norm van één op de 100 duizend. Voor industriële installaties is het in Nederland gebruikelijk volgens het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen een norm van één op de miljoen te hanteren.

4.2 Toepassing van de NPR

Voor de implementatie van de NPR maken we onderscheid tussen nieuwbouw (inclusief in aanbouw zijnde gebouwen) en bestaande bouw (inclusief verbouw). De toepassing en de impact van de NPR is verschillend voor deze categorieën gebouwen.

4.2.1 Nieuwbouw en in aanbouw zijnde bouw

De NPR is als rekenmethode voor constructeurs toepasbaar voor het vaststellen van de weerstand van een nieuw gebouw als functie van de grondversnelling en het individueel plaatsgebonden risico. Als men nog moet beginnen met ontwerpen, kan het ontwerp uitgaan van de aanbevelingen van de NPR.

Op dit moment is het interim advies voor nieuwbouw actief. Dit advies is halverwege 2014 gepubliceerd en kan al gebruikt worden door ontwerpers en constructeurs om de sterkte van een gebouw in de ontwerpfase te berekenen. De NPR bouwt voort op dit Interim Advies.

4.2.2 Bestaande bouw

De NPR is een bruikbaar middel om de weerstand van bestaande gebouwen te berekenen. Uit verkennende berekeningen is echter gebleken dat voor bestaande bouw alleen de meest geavanceerde berekeningen zinvol zijn. De meer eenvoudige berekeningen zijn al gauw te conservatief. Voor het maken van deze berekeningen zal gezien de grote aantallen bouwwerken een grote inspanning van ingenieurs nodig zijn.

Dit geldt ook voor het bedenken en doorrekenen van verbetermaatregelen. Momenteel wordt gewerkt aan geschikt 'gereedschap' om deze rekeninspanning te verkleinen. Aangezien dit nog niet beschikbaar is, heeft de stuurgroep zich voor de impact van de NPR moeten baseren op schattingen. Deze schattingen schetsen alleen een beeld van de problematiek op basis van de huidige inzichten.

Binnen één of twee jaar kunnen zowel aan de kant van de sterkte van gebouwen als aan de kant van de belasting (grondversnellingen) andere inzichten groeien. Voor de op korte termijn te ondernemen acties heeft dat echter geen of weinig gevolgen.

Het voorgaande betekent wel dat de toepassing van de NPR bij bestaande bouw, waarbij wordt uitgerekend of een gebouw voldoet aan de eisen van de NPR, op dit moment niet eenvoudig is. Dit heeft te maken met:
- de grote aantallen gebouwen van verschillende typen, waardoor dataverzameling een omvangrijke activiteit is
- het feit dat de meer geavanceerde methoden nog onvoldoende zijn getest in de Nederlandse praktijk om volledig geldig te worden verklaard. Deze methoden worden op dit moment gevalideerd met testopstellingen waardoor zij in de toekomst beter toepasbaar zullen worden
- vaak onbekende details van geometrie, materiaalkwaliteit en fundering per gebouw

- bouwaanpassingen of achterstallig onderhoud, die grote invloed kunnen hebben op de sterkte van een gebouw.

Deze onzekerheden en het gebrek aan betrouwbare en eenduidig interpreteerbare gegevens leiden ertoe dat over de sterkte van bestaande bouw ten opzichte van de norm van de NPR nu geen nauwkeurige uitspraken kunnen worden gedaan. De verwachting is wel dat de meeste gebouwen niet aan de huidige versie van de NPR zullen voldoen.

Via inspecties en analyse is het mogelijk om gebouwen te rangschikken naar relatieve sterkte. In de aanpak van de bestaande bouw gaat de stuurgroep dan ook uit van relatieve gegevens. Hoe de gebouwen exact scoren ten opzichte van de NPR blijft op dit moment lastig vast te stellen. Hier zal de komende periode ervaring mee moeten worden opgedaan.

4.2.3 Afdwingbaarheid NPR

De NPR is een richtlijn voor aardbevingbestendig bouwen voor nieuwbouw, verbouw en bestaande bouw. Zoals in paragraaf 4.1 is aangegeven, heeft de NPR (nog) niet de status van een norm die formeel is aangewezen door het Bouwbesluit. Een NEN-norm heeft pas rechtskracht op het moment dat hij in het Bouwbesluit is aangewezen.

Op basis van de Woningwet heeft de eigenaar van de woning primair zeggenschap over zijn woning en de verantwoordelijkheid voor het onderhoud om daarmee te voldoen aan bestaande normen (zoals voor windbelasting). Daarnaast heeft de gemeente een verantwoordelijkheid waar het gaat over de veiligheid van haar inwoners.

5. De impact van de NPR

Het eerste element van de opdracht van de stuurgroep is het in kaart brengen van de opgave waar de NPR de samenleving voor plaatst. Bij de omschrijving van de opgave maakt de stuurgroep onderscheid tussen nieuwbouw (inclusief in aanbouw zijnde bouw) en bestaande bouw. Deze categorieën verschillen wezenlijk van elkaar, zoals toegelicht in hoofdstuk 4.

5.1 Opgave nieuwbouw en in aanbouw zijnde bouw

5.1.1 Nieuwbouw

De impact van de NPR op nieuwbouw betreft voornamelijk:
- een ontwerpproces met aandacht voor conceptuele keuzes met betrekking tot aardbevingenaspecten
- in veel gevallen hogere bouwkosten door het toepassen van een ander bouwsysteem en/of aanvullende (constructieve) voorzieningen en het gebruik van andere bouwmaterialen c.q. een andere detaillering
- indien een bestaand ontwerp gewijzigd gaat worden in een aardbevingsveilig ontwerp dient afgewogen te worden of de aanpassingen leiden tot een kostenefficiënt aardbevingsontwerp of dat het gehele ontwerp opnieuw heroverwogen moet worden.

Vanuit het database-systeem Primos is een inschatting gemaakt van de omvang van de verwachte nieuwbouw van huizen in het risicogebied voor de komende 5 jaar. De Primos prognose 2015 laat een jaarlijks gemiddelde volume zien van circa 8500 huizen binnen de contouren van het toepassingsgebied van de NPR. Van deze verwachte nieuwbouw worden er ruim 800 in de 9 kerngemeenten gebouwd (Loppersum, Appingedam, Delfzijl, Eemsmond, Bedum, Winsum, De Marne, Ten Boer en Slochteren).

Bij het ontwerpen kunnen de uitgangspunten van de NPR (relatief eenvoudig) meegenomen worden. De verwachte meerkosten aan extra ontwerp- en engineeringinzet, aanvullende constructieve voorzieningen, materiaalgebruik en aangepaste detaillering, liggen naar verwachting[5] op dit moment tussen de 0 en 15% van de bouwkosten. De stuurgroep kan zich op basis van expert judgement vinden in deze schatting.

5.1.2 In aanbouw zijnde bouw

Voor in aanbouw zijnde bouw heeft de richtlijn ingrijpender gevolgen. Hier geldt dat de impact afhankelijk is van de fase van de aanbouw: de verwachte impact is groter al naar gelang het bouwproject verder gevorderd is. In de ontwerpfase zal gekeken moeten worden of het ontwerp aan de NPR voldoet, in de toekomst kan voldoen, of dat er wellicht opnieuw ontworpen moet worden. Op het moment dat de bouw reeds is gestart, zal een afweging gemaakt moeten worden tussen doorgaan en onderweg versterken waar het kan of stoppen met bouwen en herontwerpen.

[5] Deze verwachting is mede gebaseerd op gegevens van het interim advies van mei 2014.

Een ingreep bij in aanbouw zijnde bouw zorgt ook voor vertraging. Dit brengt tweede orde effecten met zich mee, zoals een inbreuk op gesloten contracten met aannemers en/of exploitanten. Hoe verder het bouwproces is, hoe ingrijpender de toepassing van de NPR zal zijn.

De stuurgroep heeft in de beschikbare tijd geen goed zicht kunnen krijgen op de in aanbouw zijnde projecten van overige gebouwen (niet huizen) en wat de impact van de NPR daarop zal zijn. Op basis van enkele voorbeelden lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat die impact van geval tot geval sterk kan verschillen.

5.2 Inschatting opgave bestaande bouw

Het toepassen van de NPR op bestaande bouw betekent in de ogen van de stuurgroep dat de NPR wordt gebruikt om:
- vast te stellen of gebouwen voldoen aan de NPR
- waar dat niet het geval is, vast te stellen in welke mate gebouwen niet voldoen aan de NPR
- aan te geven welke maatregelen nodig zijn om deze gebouwen te versterken tot de norm van de NPR.

Er liggen ruim 300 duizend bouwwerken[6] in het risicogebied binnen de buitenste contour van 0,1 *g* (grondversnelling). In circa 145 duizend gevallen gaat het om huizen (panden)[7]. Bij de overige bouwwerken betreft het grotendeels onbewoonde bouwwerken, zoals schuren en loodsen. In dit advies wordt geen aandacht besteed aan deze categorie. Maar er zijn ook circa 15 duizend ziekenhuizen, scholen, kantoren, kerken en andere gebouwen gelegen in het gebied. Over de weerstand van deze andere gebouwen (niet huizen) is weinig bekend. Afzonderlijke inspectie en analyse per gebouw is nodig om daarover meer te kunnen zeggen. De stuurgroep komt hier bij de versterkingsstrategie in hoofdstuk 6 op terug.

5.2.1 Aantallen huizen die niet voldoen aan de NPR

Zoals in paragraaf 4.2.2 is beschreven, is het op dit moment onmogelijk om exact te berekenen hoeveel gebouwen niet voldoen aan de NPR. Om het precies te weten is inspectie en analyse nodig van ieder afzonderlijk gebouw. Het 'gereedschap' hiervoor is in ontwikkeling, maar nog niet beschikbaar.

De stuurgroep heeft daarom gezocht naar een manier om, te midden van alle beperkingen, toch een inschatting te maken van het aantal huizen dat mogelijk niet voldoet aan de NPR. De toegepaste methode maakt gebruik van gegevens over huizen in een GIS-database en koppelt deze aan de weerstand van typen huizen die is bepaald op basis van geschatte kwetsbaarheidscurves[8] en bevestigd door een beperkt aantal voorlopige NPR berekeningen. Vervolgens wordt gekeken hoe de weerstand van deze huizen zich verhoudt tot de belasting op basis van de op blz. 11 gepresenteerde contourenkaart van het KNMI.

Als de berekende weerstand tegen aardbevingen (van een type) kleiner is dan (de rekenwaarde van) de maximale grondversnelling op de locatie van het huis, voldoet deze niet aan de NPR. Op basis van de geschatte kwetsbaarheidscurves komt de stuurgroep tot de inschatting dat het gaat om tienduizenden huizen die niet voldoen aan de NPR. Daarbij wordt een bandbreedte aangenomen van 30

[6] Deze inschatting is gebaseerd op een GIS-database.
[7] Onder 'huis' wordt hier verstaan rijtjeshuis, 2-onder-1 kap, vrijstaand huis, bovenwoning/benedenwoning, portiekwoning, maisonnette. Niet opgenomen zijn: appartement, flats.
[8] Arup: Impact Assessment NPR 9998: Analysis of Number of Non-compliant Houses 229746_033.0_REP109 Issue Rev.B.02 │ 8 January 2015.

duizend tot 90 duizend huizen. De ondergrens van deze bandbreedte is een optimistische schatting waarbij de weerstand van huizen aan de bovengrens ligt van de huidige verwachtingen en de bodembeweging aan de ondergrens, omdat een verwachte kortere duur van aardbevingen expliciet is meegenomen.

De bandbreedte van 30 tot 90 duizend huizen kent een aantal grote beperkingen door niet gevalideerde aannamen. Onder andere is niet duidelijk in welke mate het ontbreken van verbindingen tussen muren en vloeren invloed heeft op de sterkte. Bij vrijwel alle verkennende berekeningen tot nu toe is er impliciet of expliciet van uitgegaan dat deze versterkingen aanwezig zijn. Daarom zijn de uitkomsten (slechts) globaal en zeker niet absoluut te interpreteren. Ook over de mate waarin huizen niet voldoen aan de NPR kan op dit moment alleen een relatieve inschatting worden gemaakt. Voor een exactere vaststelling zal in de komende periode vertrouwd moeten worden op de kennis, ervaring en berekeningen van ingenieurs.

In het vervolg van deze impact assessment gaat de stuurgroep voor de aantallen huizen die niet voldoen aan een bepaalde veiligheidsnorm uit van de kwetsbaarheidscurves van Arup (zie tabel 1 in bijlage 3). Deze curves komen naar huidig inzicht redelijk in de buurt van de NPR. De stuurgroep legt de focus primair op de circa 35.000 zwakste huizen, die volgens de berekeningen van Arup een risico kennen dat groter is dan één op 10.000. Tegelijkertijd moet de onzekerheid over het aantal huizen dat versterking nodig heeft verkleind worden op basis van een verbeterde contourenkaart, betere gegevens over de weerstand van huizen en een geoptimaliseerde NPR.

5.2.2 Benodigde bouwkundige versterkingen

Om bestaande huizen bouwkundig te versterken zijn verschillende typen maatregelen mogelijk, variërend van lichte tot ingrijpende maatregelen. Zo kan het gaan om het vastzetten van een schoorsteen, het versterken van bestaande muren of het versterken van de fundering. Naast maatregelen om gebouwen te versterken zijn andere maatregelen denkbaar bij acute risico's, zoals het stutten of ontruimen van huizen of sloop, al dan niet in combinatie met nieuwbouw.
Op basis van onderzoek van NAM en Arup worden zeven typen maatregelen onderscheiden om het veiligheidsniveau te verhogen en daarmee de risico's op instorting bij zwaardere bevingen te verkleinen. De verschillende typen maatregelen staan hierna beschreven, waarbij globaal is aangegeven hoeveel tijd met de werkzaamheden gemoeid zal zijn.

Tabel 1 Toelichting type maatregelen[9]

Niveau	Maatregelen	Tijd
Level 0	Tijdelijke maatregelen (zoals stutten)	Dagen
Level 1	Mitigerende maatregelen voor risicovolle onderdelen van het gebouw (zoals het vastzetten of verwijderen van schoorstenen)	
Level 2	Verstevigen van wand – vloer verbindingen	Weken
Level 3	Verstijven van vlakken zoals houten plankenvloeren en daken, maar mogelijk ook betonnen vloerplaten met onvoldoende verbindingen	
Level 4	Versterken van bestaande muren	Maanden
Level 5	Vervangen en toevoegen van muren	
Level 6	Versterken van de fundering	
Level 7	Sloop en herbouw	Minimaal een jaar

[9] Arup : Impact Assessment NPR 9998: Analysis of Construction Scenarios 229746_033.0_REP114 Issue Rev.C.01 │8 January 2015.

De maatregelen lopen op in omvang en impact. Bij level 0 en 1 maatregelen is het niet nodig dat de bewoners hun woning verlaten. Vanaf level 2 is dat in de meeste gevallen wel nodig en gaat het uitvoeren van de maatregelen weken tot maanden duren.

In de komende periode zal in belangrijke mate vertrouwd moeten worden op de kennis, ervaring en berekeningen van ingenieurs om te bepalen welk typen maatregelen benodigd zijn voor welke woning.

5.2.3 Scenario's

De stuurgroep heeft enkele scenario's doorgerekend om een indruk te krijgen van de omvang van de opgave voor het versterken van de circa 35 duizend zwakste huizen en de kosten die daarmee gemoeid kunnen zijn (zie bijlage 3). De aannamen in deze scenario's, bijvoorbeeld voor de aard van de noodzakelijke maatregelen om huizen te versterken en het aantal manuren dat daarvoor nodig is, zijn niet op praktijkervaringen gebaseerd en daarom met grote onzekerheid omgeven. Een grove inschatting van de kosten voor het versterken van de 35 duizend huizen (panden) tot het niveau van de NPR (scenario 0 in bijlage 3) komt uit op een bedrag van circa € 6,5 miljard.

5.2.4 Maatschappelijke impact NPR op bewoners en woongemeenschappen

Ervan uitgaande dat tienduizenden huizen niet alleen level 2 en 3 maatregelen nodig hebben, maar ook level 4 of 5 maatregelen, is de impact van de invoering van de NPR enorm. Een groot deel van de bewoners zal voor een bepaalde periode het huis moeten verlaten en er zal gedurende vele jaren sprake zijn van intensieve bouwactiviteiten.

In de regio bestaan reeds grote zorgen en gevoelens van boosheid over de aardbevingen. Het effect van de NPR en deze Impact Assessment op deze gevoelens is moeilijk te beoordelen. Toch heeft de stuurgroep gemeend zich een beeld te moeten vormen van het mogelijke effect, om daar in het advies rekening mee te kunnen houden. Op basis van een consultatieronde en eigen inzicht ontstaat het volgende beeld.

Gevoel van onveiligheid
Aardbevingen zorgen op dit moment voor een verminderd gevoel van veiligheid. Het introduceren van een norm voor gebouwen roept de vraag op of huizen en andere gebouwen aan deze norm voldoen en daarmee 'veilig' zijn. De eigen woning moet een 'veilige haven' zijn. Onzekerheid daarover heeft grote impact op het gevoel van veiligheid.

Maatschappelijke onrust
Onzekerheid over de mate van veiligheid van de woning voedt het in de regio al aanwezige wantrouwen en boosheid. Deze gevoelens kunnen als gevolg van de NPR toenemen, zeker wanneer tegenstrijdige uitspraken worden gedaan door experts en verschillende overheden.

Gezondheid
Onduidelijkheid over de noodzaak van het versterken van de eigen woning en het tijdstip waarop dit plaats zal vinden, de maatregelen die dan genomen moeten worden en de impact die dit heeft op de persoonlijke levens, kunnen leiden tot stress en van invloed zijn op de fysieke en psychische gezondheid van mensen.

Leefomgeving en sociale gevolgen

Bouwkundige versterking van huizen betekent in geval van level 2 tot level 7 het tijdelijk moeten verlaten van de woning. Dit betekent een forse ingreep in het dagelijks leven van mensen, waarbij ook een effect zichtbaar kan zijn op de sociale cohesie in dorpen en wijken. Het bouwkundig versterken of toepassen van nieuwbouw zou ook positieve gevolgen kunnen hebben door synergie-effecten op bestaande plannen.

Lokale economie, innovatie en duurzaamheid

Er bestaat een kans op (tijdelijke) negatieve effecten op het vestigingsklimaat voor bedrijven in de regio en mogelijk verlies aan inkomsten en werkgelegenheid in bepaalde economische sectoren, zoals het toerisme. Een positief effect is dat lokale bouwondernemingen en toeleveranciers zullen profiteren van bedrijvigheid die gemoeid is met het bouwkundig versterken. Dit leidt direct en indirect tot meer werkgelegenheid. Ook op het gebied van duurzaamheid is bouwkundig versterken een mogelijkheid tot investeren en innoveren.

Cultuurhistorische waarden

Het bouwkundig versterken of in sommige gevallen het slopen en herbouwen van gebouwen kan leiden tot veranderingen die impact hebben op de unieke cultuurhistorische waarden van de regio.

Woningmarkt

De vrees bestaat dat op het moment dat er een norm is, potentiële kopers willen weten of huizen aan de norm voldoen. Op het moment dat hier geen duidelijkheid over is, leidt dit mogelijk tot (verdere) stagnatie van de woningmarkt. Omgekeerd kan op termijn een ‘keurmerk’ voor huizen die voldoende zijn versterkt, leiden tot een beter functioneren van de woningmarkt.

Infrastructuur

De lokale infrastructuur is niet berekend op zwaar bouwmaterieel en grote aantallen bouwvakkers. Veel (zwaar) bouwverkeer brengt ook risico’s met zich mee op het gebied van verkeersveiligheid.

6. Versterkingsstrategie

Het tweede element van de opdracht van de stuurgroep is het geven van advies aan de minister over de wijze waarop de NPR praktisch het beste kan worden geïmplementeerd, zodat de grootste veiligheidsrisico's zo snel mogelijke worden gereduceerd. De stuurgroep richt zich, zoals aangegeven in paragraaf 3.2, bij haar specifieke aanbevelingen vooral op de komende twee jaar tot aan de nieuwe besluitvorming over de gaswinning na 2016. Voor de versterkingsstrategie kijkt de stuurgroep vijf jaar vooruit, omdat het tijd zal vergen om de kennis en capaciteit op te bouwen om van maatwerkoplossingen naar standaardisering te gaan en daarmee de aanpak op te kunnen schalen. De periode van twee jaar is te kort om dit perspectief te kunnen schetsen.

6.1 Nieuwbouw en in aanbouw zijnde bouw

De stuurgroep adviseert om de NPR toe te passen op nieuwbouw en nieuwe ontwerpen. Op nieuwe ontwerpen is de impact van de NPR relatief beperkt omdat van begin af aan gewerkt kan worden met de NPR uitgangpunten. Meerkosten voor nieuwbouw zullen naar verwachting in de orde van 0-15% van de bouwkosten liggen. De stuurgroep vindt het vooralsnog redelijk dat er een regeling is voor een vergoeding in verband met deze meerkosten.

De stuurgroep adviseert om een aantal traditioneel Nederlandse bouwmethodieken tegen het licht te houden. Een bewuste afweging bij de materiaalkeuze kan aardbevingsschade in de toekomst beperken. In de Eurocode wordt bijvoorbeeld ongewapende baksteenbouw verboden bij een piekgrondversnelling groter dan 0,2 *g*. De traditie om in Nederland en Groningen huizen in metselwerk op te trekken moet, gelet daarop, worden heroverwogen. Metselwerk is slecht bestand tegen aardbevingen en zal vrijwel altijd tot schade lijden. Het toepassen van houtskeletbouw huizen is één van de mogelijkheden om de kans op schade te beperken (lichter materiaal, flexibeler).

Voor in aanbouw zijnde gebouwen is de impact zoals gezegd groter. Het ontwerp moet in bepaalde gevallen opnieuw worden bezien terwijl (delen van) het gebouw al in aanbouw kan zijn en er lopende afspraken zijn gemaakt. Meerkosten kunnen dus hoger uitvallen.

Het principe voor de omgang met meerkosten is in de ogen van de stuurgroep dezelfde als met nieuwbouw, waarbij er ook een verantwoordelijkheid ligt voor de eigenaar of ontwikkelaar waar het gaat om het zo nodig aanpassen van het ontwerp ter beperking van de meerkosten. Een vorm van arbitrage kan helpen de verdeling van de meerkosten te bepalen. Een beslissing over de vergoeding moet met de nodige slagvaardigheid worden genomen om vertraging bij projecten te voorkomen.

Samenvattend adviseert de stuurgroep:
- vooralsnog een regeling voor meerkosten te hebben voor vergoeding bij nieuwbouw
- bij in aanbouw zijnde bouw de meerkosten van geval tot geval te bekijken en een vorm van arbitrage op te zetten om duidelijkheid te verschaffen over de verdeling van de te vergoeden meerkosten
- een aantal bouwwijzen tegen het licht te houden die moeilijk of niet aardbeving bestendig gemaakt kunnen worden.

6.2 Bestaande bouw

De stuurgroep ziet de NPR norm van één op 100 duizend als maatgevend. Het op de korte termijn onverkort hanteren van deze norm bij het versterken van huizen is, volgens de stuurgroep, echter niet aan te bevelen, omdat dan aanzienlijk minder huizen kunnen worden versterkt. Aangezien de opgave is om in zo kort mogelijke tijd de grootste veiligheidsrisico's terug te brengen door zoveel mogelijk van de zwakste huizen te versterken, acht de stuurgroep daarom een tijdelijke minimale versterkingsnorm[10] van één op tienduizend verdedigbaar.

Bij het hanteren van zo'n tijdelijke minimale versterkingsnorm van één op tienduizend, zijn de maatregelen over het algemeen iets minder zwaar van aard, waardoor meer huizen kunnen worden aangepakt in kortere tijd en bewoners minder lang hun woning hoeven te verlaten. Er zal daarmee ook een geringere impact op de gemeenschap zijn.

Daarbij kijkt de stuurgroep ook naar de verdere ontwikkeling van de NPR. Deze zal, zoals eerder opgemerkt, in de toekomst worden aangescherpt op basis van nieuwe informatie over de weerstand tegen aardbevingen van huizen en de ontwikkeling van de seismische dreiging. Het hanteren van een minimale versterkingsnorm sluit volgens de stuurgroep goed aan bij de mogelijke ontwikkeling van de NPR, omdat hiermee wordt voorkomen dat een grotere ingreep wordt gedaan dan in de toekomst mogelijk wellicht nodig blijkt te zijn.

Voor de korte termijn kan deze minimale versterkingsnorm worden geoperationaliseerd door voor bestaande bouw uit te gaan van de helft van de sterkte-eis van de NPR, bijvoorbeeld door de belasting van de contourenkaart te halveren[11].

Een nadeel van deze tijdelijke minimale versterkingsnorm is dat de kans bestaat dat in de toekomst nog een keer ingegrepen moet worden bij eerder bouwkundig versterkte huizen. Dat is afhankelijk van hoe de kennis over de belasting en de weerstand van bestaande gebouwen zich zal ontwikkelen. De stuurgroep spreekt daarom van een minimale versterkingsnorm, omdat het uitgangspunt zou moeten zijn dat er een hoger niveau gerealiseerd wordt, wanneer dat tegen een geringe extra inspanning mogelijk is. Op die manier wordt de kans verkleind dat er nog een ingreep in de toekomst vereist is. De door de stuurgroep voorgestelde bestuurlijke entiteit (zie paragraaf 7.1) zou hier op toe moeten zien.

Samenvattend, betekent het hanteren van een tijdelijke norm van één op 10 duizend voor bestaande bouw in de ogen van de stuurgroep:
- een hogere snelheid waarmee de veiligheidsrisico's kunnen worden gereduceerd;
- een kleinere impact op de omgeving;
- aansluiting bij de mogelijke ontwikkeling van de NPR.

Bij een risico van groter dan één op duizend is het risico om te overlijden als gevolg van instorten van een gebouw vergelijkbaar met het risico bij motorrijden. Dit is, naar de mening van de stuurgroep, een niveau dat ook voor de korte termijn in het algemeen als niet acceptabel wordt gezien. Wanneer het risico op het instorten van een gebouw groter is dan één op duizend, is direct ingrijpen daarom gewenst.

[10] Dit voorstel is mede geïnspireerd op de ervaringen in Nieuw-Zeeland, waar voor de versterking van bestaande gebouwen met het oog op aardbevingsrisico's een minimale versterkingseis van één derde van de nieuwbouwnorm wettelijk wordt voorgeschreven.

[11] Dit is een vuistregel voor NPR consequentieklasse 1 en 2. Voor NPR consequentieklasse 3 geldt circa 60% van de NPR sterkte eis als vuistregel.

Op basis van de beschikbare cijfers (zie bijlage 3) zou de conclusie zijn dat dit in het risico gebied slechts geldt voor enkele tientallen huizen. Maar gezien de grote gevoeligheid van deze cijfers voor de aannamen, zouden dit er ook meer (of minder) kunnen zijn. De ervaringen van het afgelopen jaar leren ook dat er in verschillende gevallen is ingegrepen waar van acute risico's sprake was. Mocht bij inspectie en analyse blijken dat een gebouw of woning een risico geeft van meer dan één op duizend, dan moet in de ogen van de stuurgroep de woning of het gebouw onmiddellijk gestut en/of ontruimd worden. Deze acute 'afkeurnorm' zou binnen 6 maanden geoperationaliseerd moeten kunnen worden in de gebiedsgerichte aanpak (zie ook hoofdstuk 8).

Voor het implementeren van de NPR bij bestaande gebouwen stelt de stuurgroep voor drie normen te hanteren:
- de toekomstige afkeur- en verbouwnorm (NPR norm) van één op 100 duizend
- een minimale versterkingsnorm, op het niveau één op 10 duizend
- een acute 'afkeurnorm' van één op duizend.

6.3 Versterkingsstrategie bestaande bouw

De risico's met bestaande bouw in aardbevingsgebieden worden overwegend bepaald door de volgende elementen:
- Het instorten van de zwakste huizen
- Het afvallen van elementen van gebouwen, zoals schoorstenen en ornamenten
- Het instorten van gebouwen waar zich veel mensen in bevinden.

De versterkingsstrategie voor bestaande bouw richt zich op deze drie elementen.

6.3.1 Aanpak zwakste huizen met grootste risico

Op basis van onderzoek van Arup[12], dat op dit moment de best beschikbare cijfers bevat, neemt de stuurgroep aan dat voor circa 35 duizend huizen het individueel risico mogelijk groter is dan één op tienduizend. Deze huizen moeten als eerste worden geïnspecteerd en zo nodig worden aangepakt en op een niveau worden gebracht van ten minste de helft van de NPR sterkte-eis.

Van deze 35 duizend huizen zijn er één à twee duizend huizen waarvan het veiligheidsniveau zeer laag is (in de richting van één op 1000), door een combinatie van de plek waar ze zijn gelegen en de relatieve zwakte van het type woning. Zwak zijn bijvoorbeeld rijtjeshuizen in het zwaarst belaste kerngebied. Binnen de aanpak van de 35 duizend huizen is dit een categorie die op de kortst mogelijke termijn moet zijn versterkt. Voor de aanpak van de relatief zwakste huizen geldt:

De stuurgroep adviseert: werk vanuit de binnenste risicocontouren naar buiten toe. In de binnenste cirkels zijn immers de aardbevingsbelastingen het grootst.

6.3.2 Inspecties voor risico op afvallende elementen

Het gevaar op het instorten van huizen is niet het enige risico waar rekening mee gehouden moet worden. Uit internationale ervaring blijkt dat bij lichtere aardbevingen relatief vaak mensen op straat het slachtoffer worden van vallende objecten, zoals schoorstenen en ornamenten. Dit risico is met name groot in dichtbevolkte gebieden, zoals drukke winkelstraten of centra van steden en dorpen.

[12] Arup: Impact Assessment NPR 9998: Analysis of Number of Non-compliant Houses 229746_033.0_REP109 Issue Rev.B.02 | 8 January 2015.

Inspecties voor mogelijk afvallende elementen moeten met grote voortvarendheid worden voortgezet en ook buiten de kern van het risicogebied worden geïnitieerd. Voor het risico op afvallende elementen geldt:

De stuurgroep adviseert: inspecteer gebouwen waarbij zich relatief veel mensen dicht in de buurt kunnen bevinden en die mogelijk afvallende elementen hebben, rekening houdend met de zwaarte van de verwachte aardbevingen. Neem vervolgens adequate actie.

6.3.3 Inspecties van gebouwen waar zich veel mensen in bevinden

Het risico op persoonlijk letsel door het instorten van bestaande bouw is relatief groot bij gebouwen waarin zich veel mensen bevinden. Het gaat hier bijvoorbeeld om ziekenhuizen, verzorgingstehuizen en scholen. Over de weerstand van deze gebouwen tegen aardbevingen is nog weinig bekend. Inspectie van deze gebouwen moet daarom snel worden geïntensiveerd, bij voorrang in de kern van het risicogebied.

De stuurgroep adviseert: begin op korte termijn met inspecties en analyses van gebouwen waar zich veel mensen in bevinden en neem adequate actie.

6.4 Schadespoor

Het bestaande spoor van reparatie van schade kan ondersteunend zijn aan het identificeren van de grootste risico's. De stuurgroep ziet een mogelijkheid om de inspecties en analyses van de schadegevallen ook te gebruiken om grote risico's te identificeren en aan te pakken, in lijn met de hierboven beschreven strategie. Tegelijkertijd is het zaak te voorkomen dat de prioritering binnen de versterkingsstrategie verstoord wordt door schadereparaties.

De stuurgroep adviseert: houdt het schadespoor ondersteunend aan de versterkingsstrategie, met het oog op het bij voorrang aanpakken van de grootste veiligheidsrisico's.

6.5 Gebiedsgerichte aanpak

Bij het implementeren van de versterkingsstrategie zullen nog allerlei keuzen moeten worden gemaakt: de prioritering binnen de verschillende categorieën, het tempo waarin moet/kan worden gewerkt en de wijze van uitvoering. Daarbij komt dat de stuurgroep op basis van de scenario's concludeert dat voor het realiseren van de versterking van huizen de beperking niet zozeer zit in de mobilisatie van voldoende bouwcapaciteit. De beperkende factoren zitten vooral in de organiseerbaarheid van het hele proces en in het absorptievermogen van de regio.

Bij de organiseerbaarheid denkt de stuurgroep niet alleen aan het managen van het bouwproces, maar bijvoorbeeld ook aan het overleg tussen de betrokken partijen bij het bepalen van de prioriteiten, de uit te voeren maatregelen of de organisatie van tijdelijke huisvesting. Bij absorptievermogen denkt de stuurgroep aan de omvang van werkzaamheden die de dorpskernen tegelijk aankunnen: kan 10% van de huizen gelijktijdig worden aangepakt of 30%?

In de praktijk is het naar verwachting lastig om tientallen procenten van de huizen in een dorp tegelijk te versterken. Op basis van deze gedachte zijn ook scenario's doorgerekend met een kleiner aantal huizen dan op basis van de beschikbare capaciteit zou kunnen worden versterkt (scenario 2a en 2b in bijlage 3). Deze scenario's, die in de ogen van de stuurgroep een ondergrens aangeven, gaan

uit van 20 duizend huizen in 5 jaar. Daarbij wordt verondersteld dat in de loop van die vijf jaar de capaciteit geleidelijk wordt opgebouwd, dankzij de ervaringen die met de gebiedsgerichte aanpak worden opgedaan en de verwachte standaardisering en opschaling van de werkzaamheden. De inschatting van de kosten komt voor die 20 duizend huizen uit tussen de € 2,5 en € 4,5 miljard, afhankelijk van het veiligheidsniveau dat gehanteerd wordt.

De combinatie van de versterkingsstrategie met vraagstukken over ruimtelijke vernieuwing en krimp kan gemeenten en inwoners op termijn voordeel bieden. De versterkingsstrategie kan in dat geval bijdragen aan het vergroten van de vitaliteit van de regio.

Gezien deze constateringen komt de stuurgroep tot de conclusie dat er een gebiedsgerichte aanpak nodig is per gemeente (en/of dorpskern), om in overleg tussen primair het Centrum Veilig Wonen, de gemeente en de bewoners de prioriteiten te benoemen en de aard en omvang van de werkzaamheden te bepalen, zodanig dat de uitvoering van de versterkingsstrategie ook voor bewoners en de gemeenschap aanvaardbaar is.

7. Voorwaarden voor succesvolle aanpak

7.1 Bestuurlijke organisatie

Het op grote schaal bouwkundig versterken van gebouwen vereist een goed gecoördineerde uitvoering. Hiervoor is nodig dat er een, door de gezamenlijke overheden in te stellen, bestuurlijke organisatie met autonome bevoegdheden wordt ingesteld op een zo kort mogelijke termijn. Binnen deze organisatie staan overheden schouder aan schouder om de voorgestelde aanpak mogelijk te maken. De uitvoering van het versterkingsprogramma vraagt om een sterk resultaatgerichte aanpak. De complexiteit en urgentie van de problematiek staat niet toe dat er lang tijd wordt genomen om te polderen. Het betreft een onderwerp met nationale baten en regionale lasten die de doorzettingsmacht van provincie en gemeenten overstijgt en de reguliere spankracht en verantwoordelijkheden van lokale overheden (provincie en gemeenten) te boven gaat. Daarmee is de uitvoering van het versterkingsprogramma een gezamenlijke verantwoordelijkheid van de drie overheden.

De gemeenten zijn de overheden die het dichtst bij de burger staan. De gemeenten dragen zorg voor een veilige en leefbare woon- en werkomgeving. De provincie staat aan de lat voor de economische ontwikkeling en de verduurzaming in de regio. Het rijk is verantwoordelijk voor besluitvorming over de gaswinning en voor het algemeen veiligheidsbeleid in Nederland. Er is een combinatie nodig van de doorzettingsmacht van het rijk op het gebied van wet- en regelgeving met de kennis en de verantwoordelijkheden op gemeentelijk en provinciaal niveau om tot een succesvolle gebiedsgerichte aanpak te komen.

De stuurgroep adviseert om in overleg met de lokale overheden een bestuurlijke entiteit onder regie van het rijk uit te werken en in te stellen (waaronder de relatie tot Centrum Veilig Wonen).

7.2 Wetgeving

Voor een voortvarende aanpak is een wettelijk instrumentarium nodig. De bestaande wet en regelgeving is niet toegesneden op de voorgestelde voortvarende aanpak. Daarom wordt voorgesteld optimaal gebruik te maken van de crisis- en herstelwet, vooruitlopend op de Omgevingswet. Op die manier kan worden geregeld dat procedures voor bijvoorbeeld het realiseren van nieuwbouw en verbouw versneld worden. Als blijkt dat de mogelijkheden van de crisis- en herstelwet onvoldoende zijn, bijvoorbeeld omdat eigenaren niet meewerken aan de uitvoering van het gebiedsgerichte plan van aanpak, stelt de stuurgroep voor een noodwet te overwegen.

De stuurgroep adviseert om optimaal gebruik te maken van de crisis- en herstelwet en zo nodig een noodwet in te voeren.

7.3 Financiën

De stuurgroep vindt het een uitgangspunt dat het voor inwoners en eigenaren voldoende aantrekkelijk wordt gemaakt om mee te werken aan het versterkingsprogramma. Dit betekent het vergoeden van flankerend beleid, zoals vergoeding van verhuiskosten of gederfde inkomsten, herinrichtingskosten en reiskosten. Daarnaast betekent dit het combineren van het versterkingsprogramma met

energiezuinige maatregelen of gebouwen levensloopbestendig maken. Ook zullen middelen beschikbaar moeten komen voor het realiseren van voldoende capaciteit bij bijvoorbeeld woningcorporaties en lokale overheden. Hier heeft de stuurgroep geen beeld van gekregen wegens de korte tijdsbesteding. Desalniettemin dient de bestuurlijke entiteit over voldoende budget te beschikken voor de uitvoering van het complexe versterkingsprogramma inclusief het flankerend beleid.

De stuurgroep adviseert het voor inwoners en eigenaren aantrekkelijk te maken om mee te werken aan het versterkingsprogramma door voldoende middelen beschikbaar te stellen voor de eerste twee jaar en werkenderwijs een raming te maken voor het vervolg.

7.4 Gezamenlijke kennisontwikkeling en -verspreiding

Het opschalen van de bouwkundige versterking vereist het leren van de ervaringen. Het delen van kennis (onderzoek en praktijk) is daarbij cruciaal. Daarom is het van belang dat kennis beschikbaar komt via een gezamenlijk en onafhankelijk kenniscentrum. Vanuit dit kenniscentrum kan ook worden gewerkt aan educatie, bijscholing van personeel en voorlichting over aardbevingen en de gevolgen daarvan. Ook is er behoefte aan een vraagbaak voor het beantwoorden van vragen vanuit de bouwpraktijk. Dit voorkomt ongewenste vertraging bij de uitwerking van nieuwbouw of versterking. De huidige helpdesk bouwregelgeving is daar onvoldoende voor geëquipeerd.

De stuurgroep adviseert een onafhankelijk kenniscentrum te realiseren waar de beschikbare kennis kan worden gedeeld en verspreid.

7.5 Monitoring en evaluatie

Meer algemeen acht de stuurgroep het van groot belang dat de implementatie van de NPR nauwlettend wordt gemonitord en periodiek wordt geëvalueerd. De lessen die worden geleerd moeten, met de uitkomsten van nader onderzoek, snel worden verwerkt in de NPR zelf en in de wijze waarop de NPR voor bestaande gebouwen wordt geïmplementeerd. In de ogen van de stuurgroep zal dit voor de eerste keer in de zomer van 2015 kunnen gebeuren, wanneer de NPR wordt vastgesteld, en naar verwachting nieuwe contouren en kwetsbaarheidscurves beschikbaar zijn. In het begin van 2016 kan een volgende slag gemaakt worden op basis van de ervaringen die in 2015 zijn opgedaan.

De stuurgroep adviseert de implementatie van de NPR nauwlettend te monitoren en evalueren.

7.6 Communicatie

De stuurgroep realiseert zich dat de implementatie van de NPR een complexe opgave is voor alle betrokkenen. Daarbij zijn er op korte, maar vooral ook op lange termijn nog veel onzekerheden. Veel inwoners en eigenaren zullen rechtstreeks te maken krijgen met de gevolgen van de versterkingsmaatregelen. Daarnaast kan de introductie van de norm vragen oproepen over de veiligheid van huizen en andere gebouwen. Het is van groot belang dat er -naast een goede uitleg van en toelichting op de NPR- ruimte is voor de emoties die dit oproept bij mensen. Open, transparante en eerlijke communicatie is hierbij essentieel.

De stuurgroep adviseert om op zeer korte termijn in overleg met de betrokken gemeenten ruim aandacht te besteden aan een open en zorgvuldig communicatietraject.

8. Terugdringen onzekerheden

De stuurgroep heeft bij het opstellen van dit advies geconstateerd dat er nog altijd grote onzekerheden bestaan rond de feitelijke veiligheidsrisico's, met name op de langere termijn. Die onzekerheden maken het, waar het de implementatie van de NPR betreft, lastig om te bepalen hoeveel gebouwen uiteindelijk versterkt zullen moeten worden en welke maatregelen daarvoor nodig zijn. Het eerder ingezette onderzoeksprogramma zal met het oog daarop voortvarend moeten worden voortgezet. Een betere samenwerking en afstemming qua inhoud en timing tussen de verschillende onderzoeken en opdrachtgevers daarvan is in de ogen van de Stuurgroep gewenst. Indien voortvarend te werk wordt gegaan, kunnen bepaalde onderzoeksresultaten al bij het vaststellen van de NPR, vóór de zomer van 2015, worden meegenomen. De stuurgroep heeft, op basis van haar werkzaamheden, de volgende opmerkingen bij de onderzoeksagenda:

- Seismische dreiging
  Er lopen onderzoeken naar de seismische dreiging. De uitkomsten van deze onderzoeken zijn van wezenlijk belang voor het bepalen van het risicogebied en van de mate waarin gebouwen versterkt moeten worden om toekomstige aardbevingen te kunnen weerstaan.

- Weerstand tegen aardbevingen
  Er zijn nieuwe kwetsbaarheidscurves in ontwikkeling die uitgaan van circa negentig typen gebouwen. Per type zullen vervolgens pakketten van versterkingsmaatregelen worden samengesteld, die kunnen worden toegepast op bestaande gebouwen. Ook een onderlinge kalibratie van rekenmethoden kan behulpzaam zijn. Op zeer korte termijn is een onderzoek naar de weerstand tegen aardbevingen van spouwmuren bij belasting loodrecht op het vlak van groot belang, evenals onderzoek naar de noodzaak en het effect van de koppeling van vloeren en wanden en het verstijven van vloervelden (level 2 en level 3 maatregelen).

- Ondergrond
  Het gedrag van de ondergrond en bovengrond onder invloed van aardbevingen dient onderzocht te worden. Het gevaar van liquefaction (vloeiing) van zandlagen, die de stabiliteit van funderingen van gebouwen en infrastructuur bedreigt, is een voorbeeld van een te onderzoeken fenomeen. De in de NPR aangegeven werkwijze leidt in de praktijk tot onwerkbare conclusies.

- Metingen aan typische gebouwen
  Ten einde een goed inzicht te krijgen, zijn tientallen typische gebouwen uitgerust met meetinstrumenten (versnellingsmeters op diverse hoogten) om de werkelijke versnellingen te meten indien een aardbeving optreedt. Daarnaast kunnen diverse praktijkproeven in het veld (bijvoorbeeld bij huizen die gesloopt moeten worden) nuttige informatie geven om rekenmethoden te kalibreren.

- Uitwerking acute afkeurnorm
  In paragraaf 6.2 stelt de stuurgroep voor om een acute afkeurnorm te introduceren voor gebouwen waarvoor het persoonlijk risico groter is dan één op duizend. Deze norm moet zorgvuldig vertaald worden in een praktisch handvat om de feitelijke weerstand van een gebouw te bepalen. Een belangrijk aandachtspunt is dat voorkomen moet worden dat op basis van (te eenvoudige) normberekeningen huizen worden afgekeurd. De stuurgroep acht het behulpzaam om een checklist te ontwikkelen voor gebouw- en woningeigenaren om in te kunnen schatten of een gebouw of

woning in de buurt komt van de acute afkeurnorm. Na het verkrijgen van de indicatie kan eventuele verdere actie worden ondernomen.

- Economische effecten
  Bij de implementatie van de NPR is het van belang zicht te houden op de economische effecten. Naast het periodieke onderzoek naar de ontwikkelingen op de huizenmarkt zou bijvoorbeeld ook gekeken moeten worden naar de bouwsector. Wat is het effect van de enorme investeringen die met het versterkingsprogramma zijn gemoeid op werkgelegenheid en op de vraag-/aanbodverhoudingen? Monitoring van deze effecten is gewenst om tijdig in te grijpen bij ineffectiviteit of verstoring van de markt.

Bijlage 1

Samenstelling Stuurgroep NPR

Voorzitter	drs. J.W.P.M. (Joost) Haenen, zelfstandig adviseur
Secretaris	N.J. (Niels) Vrije MSc, Twynstra Gudde
Leden	G.J. (Geert-Jan) ten Brink, burgemeester Slochteren
	M. (Marc) Hoenders[13] MBA, Ministerie van Economische Zaken
	ir. R.J. (Roel) de Jong, Ingenieursbureau Wassenaar BV
	drs. J. (Jacolien) Masselink, gemeente Loppersum
	prof. dr. Ir. J. (Joop) Paul MBA, Arup en TU Delft
	ir. P. (Peter) van Veen, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
	prof. drs. ir. J.K. (Han) Vrijling, Horvat en TU Delft
	prof. ir. A.C.W.M. (Ton) Vrouwenvelder, TNO

[13] Waarnemer.

Bijlage 2

Consultatie Stuurgroep NPR

De stuurgroep heeft ten behoeve van de consultatie met de volgende partijen gesproken, voorafgaand aan het opstellen van het definitief advies:

- **NEN-werkgroep**
  Voorzitter en secretaris van de stuurgroep zijn te gast geweest in een vergadering van de NEN-werkgroep

- **NAM**
  Voorzitter, secretaris en enkele leden va de stuurgroep hebben meermaals met NAM gesproken over het advies en onderliggende stukken. Hierbij is gesproken met:
  - Jan van Elk – Asset Development Lead - Groningen
  - Jaap Guyt – Structural Upgrading Manager
  - Martijn Kleverlaan – Integration Manager
  - Margriet Kuijper – Social Performance Manager
  - Klaas Lemstra – Risk Advisor

- **Burgemeesters**
  Voorzitter, secretaris en enkele leden van de stuurgroep hebben tweemaal met burgemeesters overleg gehad over het advies. Hierbij is gesproken met:
  - Marijke van Beek, burgemeester Eemsmond
  - Emme Groot, burgemeester Delfzijl
  - Rinus Michels, burgemeester Winsum
  - André van de Nadort, burgemeester Ten Boer
  - Rika Pot, burgemeester Appingedam
  - Albert Rodenboog, burgemeester Loppersum
  - Roeland van der Schaaf, wethouder Groningen
  - Koos Wiersma, burgemeester De Marne
  - Henk Bakker, burgemeester Bedum

- **Dialoogtafel**
  Voorzitter, secretaris en enkele leden van de stuurgroep hebben eenmaal met de dialoogtafel overleg gehad over het advies. Hierbij is gesproken met:
  - Jan Kamminga, voorzitter
  - William Moorlag, gedeputeerde provincie Groningen
  - Gert-Jan Swaving, programmamanager gaswinning provincie Groningen
  - Jan Boer, vice-voorzitter Groninger Dorpen
  - Willie Dieterman, directeur-bestuurder van Woongroep Marenland
  - Lambert de Bont, Groninger Bodembeweging
  - Martijn Verwoerd, NAM
  - Jos De Groot. Ministerie van Economische Zaken
  - Susan Top, projectcoördinator dialoogtafel

- **Groninger Bodembeweging**
  De voorzitter van de stuurgroep heeft eenmaal een oriënterend gesprek gehad met enkele bestuursleden van de Groninger Bodembeweging:
  - Corine Jansen, voorzitter
  - Lambert de Bont
  - Derwin Schorren

Bijlage 3

Scenario's

In deze bijlage presenteert de stuurgroep gekwantificeerde scenario's. De aannamen ten behoeve van de scenario's zijn, naar het oordeel van de stuurgroep, weliswaar realistisch maar zijn met grote onzekerheden omgeven. Dat geldt niet alleen, zoals in het advies is toegelicht, voor de aantallen huizen, maar ook voor de benodigde versterkingsmaatregelen en de daarmee gemoeide kosten.

Deze onzekerheden maken dat de cijfers in de ogen van de stuurgroep alleen gebruikt kunnen worden om een grove schatting te maken van de opgave in de komende vijf jaar en om de verschillende scenario's in relatieve zin te kunnen vergelijken qua bouwcapaciteit en investeringsvraag.

Vanwege de grote onzekerheden in de aannamen voor de staat van de huizen, de hoeveelheid maatregelen die noodzakelijk zijn en de mogelijke beperkingen met betrekking tot de inzet van bouwcapaciteit in relatie tot de organiseerbaarheid en het absorptievermogen van de regio zijn de scenario's als volgt beperkt:

1. Alléén de 35 duizend zwakste huizen (conform de kwetsbaarheidscurves van Arup; zie tabel 1) zijn in de scenario's betrokken.
2. Er wordt slechts gekeken naar de komende 5 jaar.
3. Anticiperend op een begrensd organisatie- en absorptievermogen zijn ook scenario's doorgerekend met lagere inzet van bouwcapaciteit dan op basis van de beschikbare menskracht gerealiseerd zou kunnen worden.
4. In de scenario's wordt geen rekening gehouden met tijdelijke maatregelen en/of sloop van huizen.

A Aannamen scenario's

De berekeningen van de scenario's (zie onder B) en de in het rapport genoemde cijfers over aantallen huizen zijn gebaseerd op de volgende aannamen over de

1. Aantallen huizen die niet aan een bepaald veiligheidsniveau voldoen op basis van de Arup kwetsbaarheidscurve;
2. Noodzakelijke maatregelen om de zwakste 35 duizend huizen te versterken;
3. Benodigde manuren om die maatregelen uit te voeren;
4. Daarmee gemoeide constructiekosten.

A.1 Aantallen huizen

De onderstaande tabel geeft in afgeronde aantallen het aantal huizen weer dat tot een bepaald veiligheidsniveau versterkt moeten worden.

Tabel 1 Niet-conforme huizen

Niet-conforme woonpanden en wooneenheden die moeten worden versterkt					
Individueel risico	**1 x 10^{-3}**	**5 x 10^{-4}**	**1 x 10^{-4}**	**5 x 10^{-5}**	**1 x 10^{-5}**
Aantal huizen (panden) dat niet voldoet aan de norm	30	1500	**35.000**	45.000	**90.000**

Bron: Impact Assessment NPR 9998: Analysis of Number of Non-compliant Houses 229746_033.0_REP109 Issue Rev.B.02 | 8 January 2015. De cijfers zijn door de stuurgroep afgerond.

A.2/3 Benodigde maatregelen en manuren

Het aantal manuren dat nodig is voor het uitvoeren van bepaalde versterkingsmaatregelen (zie paragraaf 5.2.2) is een gemiddelde over alle huizen uit de groep van 35 duizend zwakste huizen die versterkt moeten worden. Het aantal manuren is een inschatting (expert judgement) en dient slechts voor een raming van de benodigde capaciteit (mankracht). De werkelijke ingrepen worden bepaald op basis van individuele inspecties van de huizen. Niet opgenomen zijn de uren die gemoeid zijn met eventuele sloop en met tijdelijke versterkingen van huizen.

Tabel 2 Noodzakelijke maatregelen

Noodzakelijke maatregelen		10^{-4}		10^{-5}	
	Level	Aantal huizen (afgerond)	Manuren per huis	Aantal huizen (afgerond)	Manuur per huis
Koppeling wanden, vloer, daken; verstijven schijfwerking	2 + 3	5.000	800	-	-
Koppeling wanden, vloer, daken; verstijven schijfwerking; verstevigen bestaande muren	2, 3 + 4	-	-	2.500	1.250
Koppeling wanden, vloer, daken; verstijven schijfwerking; vervangen en aanvullen muren	2, 3 + 5	30.000	1450	-	-
Koppeling wanden, vloer, daken; verstijven schijfwerking; verstevigen bestaande muren; vervangen en aanvullen muren	2, 3 + 4 + 5	-	-	2.500	1.900
Koppeling wanden, vloer, daken; verstijven schijfwerking; verstevigen bestaande muren; fundering versterken	2, 3, 5 + 6	-	-	30.000	2.100
Totaal aantal huizen		**35.000**		**35.000**	

Bron: Arup: Impact Assessment NPR 9998: Analysis of Construction Scenarios 229746_033.0_REP114 Issue Rev.C.01 | 8 January 2015. De cijfers zijn door de stuurgroep afgerond.

A.4 Raming bouwkosten versterken huizen

Onderstaande tabel is gebaseerd op de volgende aannamen:

- 1.600 manuur in een manjaar
- uurtarief € 40,- exclusief BTW
- arbeidskosten maken 50% uit van de bouwsom (incl. aannemersopslagen)
- opslag op de bouwsom voor inspectie, management, engineering bedraagt 15%

- manjaren zijn afgerond op 1.000, bouwkosten op € 100 mln.
- niet opgenomen: kosten van tijdelijke en mitigerende maatregelen (level 0 en 1), kosten van sloop (level 7) of maatschappelijke kosten, zoals voor verhuizingen, tijdelijke huisvesting, herinrichting, mobiliteitskosten en andere soorten kosten.

Tabel 3 Manjaar en kosten

Manjaar en kosten voor 35.000 wooneenheden	**Manjaar**	**Bouwkosten x 1 mln. Euro**
Veiligheidsniveau 10^{-4}	30.000	€ 4.500
Veiligheidsniveau 10^{-5}	45.000	€ 6.500

A Scenario’s

In de scenario’s wordt (indicatief) zichtbaar gemaakt welke aantallen wooneenheden met een bepaalde bouwcapaciteit tot een gegeven veiligheidsniveau kunnen worden versterkt en welke kosten daarmee zijn gemoeid.

Scenario 0

Het nul-scenario gaat uit van het versterken van de 35 duizend zwakste huizen in de komende 5 jaar naar het volledige NPR-niveau. Berekend wordt welke bouwcapaciteit nodig is om dit te realiseren.

Scenario 1 (a+b)

In scenario 1 wordt uitgegaan van de bouwcapaciteit die in de komende 5 jaar in de noordelijke provincies naar verwachting beschikbaar zou kunnen komen. Berekend wordt hoeveel huizen er bij die capaciteit versterkt kunnen worden tot een niveau van ongeveer de helft van de NPR sterkte-eis (1 op 10.000, scenario 1a) of het volledige NPR-niveau (1 op 100.000, scenario 1b).

Scenario 2 (a+b)

In scenario 2 wordt uitgegaan van een maximaal aantal van 20 duizend huizen dat in de komende vijf jaar kan worden versterkt. Dit aantal is beperkt tot 20 duizend gelet op het absorptievermogen van de regio en de enorme opgave om de noodzakelijke versterkingen in overleg met de gemeenten en bewoners/eigenaren georganiseerd te krijgen. De stuurgroep is van mening dat het versterken van 20 duizend huizen tot een niveau van ongeveer de helft van de NPR sterkte-eis (10^{-4}, scenario 2a) of het volledige NPR-niveau (10^{-5},scenario 2b) het ondergrensscenario is.

Tabel 4 Scenario’s

Scenario's impact NPR	**scenario 0**	**scenario 1**		**scenario 2**	
		a	**b**	**a**	**b**
aantal huizen	35.000	38.000	25.000	20.000	20.000
ingezette bouwcapaciteit (manjaar)	45.000	31.000	31.000	18.000	26.000
bouwconstructie kosten (x mln euro) excl. BTW	€ 6.500	€ 4.500	€ 4.500	€ 2.500	€ 4.400

Bijlage 4

Definities en begrippen

I Aardbevingen en bodembeweging

Schaal van Richter:
De kracht van de aardbeving in de ondergrond, meestal uitgedrukt middels een bepaalde waarde op de schaal van Richter.

Contourenkaart:
Kaart waarop locaties met gelijke piekgrondversnellingen door lijnen zijn verbonden.

Grondversnelling:
De beweging van de bodem als gevolg van een aardbeving (uitgedrukt in m/s^2 maar meestal weergegeven als een fractie van *g*, de versnelling door de zwaartekracht, met g = 10 m/s^2.).

II Seismische dreiging en risico

Conservatief:
Term die gebruikt wordt om aan te geven dat de voor berekeningen gebruikte uitgangspunten – of een opeenstapeling van onzekere prognoses – leiden tot een pessimistische voorspelling van de toekomstige situatie.

***Kwetsbaarheidscurve** (Engels: Fragility curve):*
Empirische of rekenkundig bepaalde statistische relatie tussen bodembeweging (**grondversnelling**) en belastbaarheid van verschillende typen huizen en gebouwen, die gebruikt wordt om mogelijke schade te berekenen.

Overschrijdingskans/onderschrijdingskans:
De waarschijnlijkheid dat een bepaalde waarde van een onzekere fysische grootheid wordt overschreden/onderschreden.

Seismische dreiging:
In statistische analyses wordt de seismische dreiging meestal gedefinieerd als de kans dat een bepaalde waarde van de grondversnelling wordt overschreden (binnen een bepaalde periode, bv. 1, 10 of 50 jaar).
Opmerking: Omdat het aantal bevingen van een bepaalde sterkte met de tijd kan veranderen, wordt de seismische overschrijdingskans altijd gespecificeerd voor een bepaald tijdvak

Seismisch risico:

De kans op door aardbevingen veroorzaakte schade (aan mensen, gebouwen, infrastructuur, productie). Risico wordt – in het algemeen – bepaald door de combinatie van de kans dat iets gebeurt en de potentiële effecten daarvan. In die zin is “seismisch risico“ de combinatie van de “seismische dreiging“ en de potentiële effecten.

Individueel plaatsgebonden risico

De kans dat iemand op een bepaalde locatie komt te overlijden in de periode van een jaar (in dit rapport ten gevolge van het bezwijken van een gebouw als gevolg van een aardbeving). In dit rapport worden vooral gehanteerd de waarden 1: 1000 (wiskundige notatie 10^{-3}), 1:10000 (wiskundige notatie 10^{-4}:) en 1 op 100.000 (wiskundige notatie 10^{-5}).

Aardbevingbestendig

In de huidige context wordt hiermee alleen bedoeld een voldoende weerstand tegen instorten. Scheurvorming of zwaardere schade blijft mogelijk bij zware (zeldzaam optredende) bevingen.

Sterkte/capaciteit/weerstand tegen aardbevingen

Synoniemen voor de piekgrondversnelling waarbij een bouwwerk (net) zal instorten. De sterkte is een onzekere grootheid, waardoor in bouwnormen gerekend wordt met waarden die corresponderen met bepaalde onderschrijdingskansen.

III Algemene (technische) termen

Empirisch:

Letterlijke betekenis: ‘proefondervindelijk’. Een empirisch resultaat is een onderzoeksresultaat dat is verkregen door het vergelijken van de drijvende kracht van een proces met de waargenomen respons, zonder dat (noodzakelijkerwijs) de fysische relatie tussen die drijvende kracht en de response is verklaard en begrepen. Extrapolatie van langs empirische weg verkregen resultaten is alleen toegestaan onder de aanname dat het onderzochte systeem zich in andere omstandigheden (bv. in de toekomst, of op andere ruimtelijk schaal) net zo zal gedragen als in de huidige situatie. Zonder die toevoeging heeft een extrapolatie geen waarde.

Probabilistisch:

Letterlijke betekenis: ‘rekening houdend met waarschijnlijkheid’. In een probabilistisch rekenschema wordt een groot aantal (realistische) scenario’s doorgerekend, waarbij voor elk scenario de keuze van input parameters rekening houdt met hun waarschijnlijkheidsverdeling (d.w.z. de kans dat een parameter een bepaalde waarde heeft).

IV Bouwvoorschriften

Bouwbesluit

Wettelijk kader dat de normstelling, de aan te houden belastingen en de toegestane bepalingsmethoden vastlegt, deels via verwijzing naar nationale of internationale bouwnormen (meestal NEN-nomen respectievelijk NEN-EN-normen).

Eurocode

In Europees verband vastgestelde reeks van normen voor het ontwerp van bouwwerken. Voor toepassing in ieder land is een Nationale Annex vereist.

Nederlandse Praktijk Richtlijn:

Een richtlijn om de sterkte van een gebouw te bepalen gegeven een bepaalde verwachte piekgrond-versnelling. Een richtlijn heeft een lagere status dan een NEN- of EN-norm